1935 r. NR. 6.

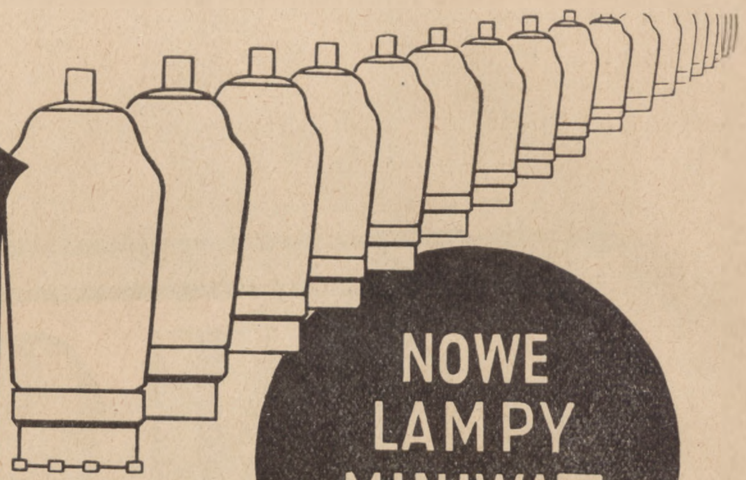
2000 egz.

NOWOŚCI RADJO TECHNICZNE

MIESIĘCZNIK RADJOTECHNIKI TELEWIZJI i URZĄDZEŃ DŹWIĘKOWYCH

WARSZAWA. 75 GR.

PHILIPS MINIWATT



NOWE LAMPY MINIWATT

Nowe możliwości dla konstruktorów!

Nowe serje „MINIWATT" obejmują 15 typów lamp o starannie przemyślanej konstrukcji. Zasadnicze typy mają tę samą budowę zarówno w serji na prąd zmienny jak i w serji S/Z. Nowe lampy z wyjątkiem lamp bateryjnych KC 1 i KL 1 są zaopatrzone w cokół beznóżkowy nowego typu, odznaczający się bardzo małą pojemnością między kontaktami.

4 woltowe lampy na prąd zmienny:

- AK 2 – udoskonalona oktoda przystosowana specjalnie do odbioru fal krótkich
- AF 3 – pentoda-selektoda
- AF 7 – pentoda w. cz.
- AB 2 – duo-dioda
- ABC 1 – duo-dioda-trioda
- AL 1 – pentoda głośnikowa, żarzona bezpośrednio
- AL 2 – pentoda głośnikowa, żarzona pośrednio
- AZ 1 – dwukierunkowa lampa prostownicza

Lampy serji S/Z:

- CF 3 – pentoda selektoda
- CF 7 – pentoda w. cz.
- CB 2 – duo-dioda
- CBC 1 – duo-dioda-trioda

Lampy bateryjne:

- KK 2 – oktoda
- KC 1 – trioda
- KL 1 – pentoda głośnikowa

PHILIPS MINIWATT

NOWOŚCI RADJOTECHNICZNE
MIESIĘCZNIK ILUSTROWANY RADJOTECHNIKI TELEWIZJI I URZĄDZEŃ DŹWIĘKOWYCH

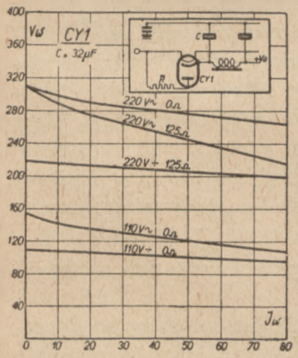
CZĄSOPISMO NIEZALEŻNE

NR. 6 Wrzesień 1935

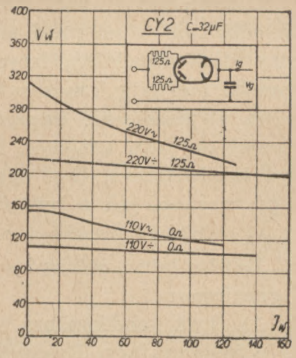
Odbiorniki na prąd stały i zmienny
Człon prostowniczy

Inż. A. Launberg

W SERJI LAMP na prąd stały i zmienny[1]) (skrót S/Z) istnieją dwa typy lamp prostowniczych pośrednio żarzonych, a mianowicie lampa jednokierunkowa i lampa z oddzielnemi katodami i anodami; w tym drugim przypadku można je łączyć równolegle, uzyskując w ten sposób przy prostowaniu jednokierunkowem znacznie większy prąd anodowy. Ponadto lampa ta znajduje zastosowanie jako podwajacz napięcia przy niskich napięciach sieci. Oba typy lamp odznaczają się małym oporem wewnętrznym.



Rys. 1.



Rys. 2.

Specyficzne warunki, w jakich pracują lampy prostownicze serji S/Z, wysuwają na porządek dzienny zagadnienie nieistniejące przy stosowaniu normalnych lamp prostowniczych w odbiornikach na prąd zmienny. Te specjalne zagadnienia najłatwiej jest rozpatrzyć na podstawie charakterystyk, przedstawiających napięcie wyprostowane w zależności od prądu wyprostowanego dla różnych napięć sieci. Tytułem przykładu podajemy na rysunkach 1, 2 i 3 odnośne charakterystyki lamp Philipsa CY1 (jednokierunkowa lampa prostownicza) i CY2 (lampa prostownicza do podwajania napięcia).

DANE LAMPY CY1:

Napięcie żarzenia — 20 V; Prąd żarzenia — 200 mA; Max. napięcie anodowe — 250 V; Max. prąd wyprostowany — 80 mA; Max. napięcie między katodą a włóknem (wartość szczytowa) — 350 V.

DANE LAMPY CY2:

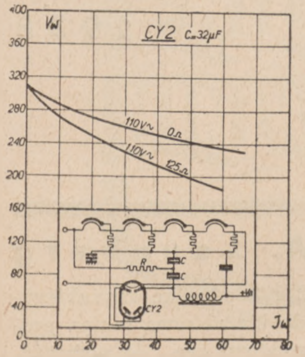
Napięcie żarzenia — 30 V; Prąd żarzenia — 200 mA; Max. napięcie anodowe (przy prostow. jednokier.) — 250 V; przy podwojeniu napięcia — 127 V; Max. prąd wyprostowany (przy prostow. jednokier.) — 120 mA; przy podwojeniu napięcia 60 mA.

Maksymalne napięcie między katodą a włóknem (wartość szczytowa) 350 V. Na rysunkach 1 i 2 znajdują się równocześnie schematy dla prostowania jednokierunkowego, podczas gdy układ figurujący na rysunku 3-cim dotyczy podwajania napięcia. Na tych rysunkach widnieją również krzywe dla lamp CY1 i CY2, pracujących z oporem 125 Ω, połączonym szeregowo z anodą, przyczem wykreślono je tylko dla wyższego napięcia sieci, t. j. 220 V. Okazuje się bowiem, że przy tem napięciu sieci, napięcie wyprostowane jest większe przy prądzie zmiennym niż przy prądzie stałym.

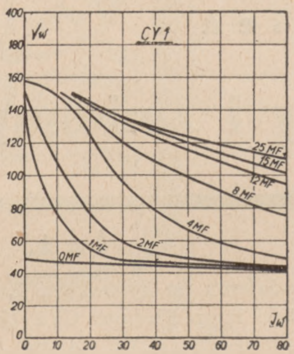
Przy prądzie zmiennym wartość szczytowa napięcia wynosi $220.\sqrt{2} = 310$ V. W dodatniej połówce okresu kondensator wypłaszczający ładuje się do tego napięcia, zmniejszonego o spadek napięcia w lampie prostowniczej. W ujemnej połówce okresu napięcie to spada wskutek wyładowywania się kondensatora aż do chwili, gdy w nowej dodatniej połówce zacznie się on ponownie ładować. Wypadkowe napięcie przeciętnie może z tego powodu być znacznie większe, niż przy sieci prądu *stałego* 220 V.

[1]) Por. artykuły pod tym tytułem, zamieszczone w zeszycie 5—6 Przeglądu Radjotechnicznego oraz w zeszycie 10-tym Anteny z r. b.

Gdyby opór wewnętrzny lampy prostowniczej był duży, najwyższe napięcie na kondensatorze uległoby wskutek tego znacznemu zmniejszeniu, a zatem napięcie wyprostowane miałoby o wiele mniejszą wartość. Lampy prostownicze serji S/Z mają jednak bardzo mały opór wewnętrzny, aby przy niskiem napięciu sieci uzyskać możliwie jaknajwiększe napięcie anodowe. Z tego powodu przy sieci prądu zmiennego 22o V powstaje konieczność włączenia w obwodzie anodowym oporu szeregowego.



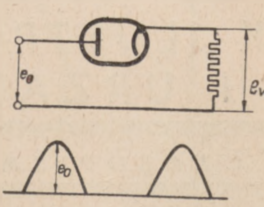
Rys. 3.



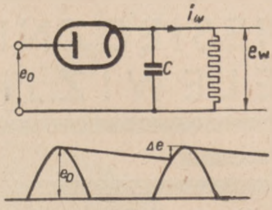
Rys. 4.

Przy prądzie stałym opór ten wywołuje o wiele mniejszy spadek napięcia, gdyż prąd anodowy przepływa równomiernie i nie występują skoki prądu ładującego kondensator wypłaszczający. W ten sposób uzyskuje się to, że przy prądzie wyprostowanym 60—70 mA napięcia wyprostowane mniejwięcej równają się sobie, dla obu rodzajów prądu (stałego i zmiennego), o czem świadczą krzywe z rysunków 1, 2, i 3.

Ponadto wspomniane opory szeregowe wykazują jeszcze dodatkową zaletę, polegającą na ograniczeniu skoków prądu w lampie prostowniczej, mogących wystąpić wówczas, gdy po wyłączeniu odbiornika włącza go się natychmiast ponownie. W tym wypadku kondensator wypłaszczający ładuje się natychmiast od zera do szczytowej wartości napięcia, ponieważ katoda jest jeszcze gorąca .Ponadto występuje również prąd anodowy lamp odbiorczych, których katody są także gorące. Zjawisko to nie zachodzi, gdy katoda lampy prostowniczej jest zimna, ponieważ wówczas kondensator ładuje się *powoli* w miarę nagrzewania się katody. Przy wyższem napięciu sieci i dużej pojemności kon-



Rys. 5.



Rys. 6.

densatora elektrolitycznego te wielkie skoki prądu mogłyby uszkodzić lampę prostowniczą. Z tego względu w jej obwodzie anodowym musi się znajdować opór, którego wartości podane są poniżej:

Przy napięciu sieci 170—250 V: gdy pojemność kondensatora C = 32 μF, opór szczytowy (R) wynosi — 125 om; gdy C = 16 μF — R = 75 om; gdy C=8 μF — R = O om. Przy napięciu sieci 127 — 170 V: gdy C = 32 μF — R = 75 om; gdy C = 16 μF — R = 30 om; gdy C = 8 μF — R = O om.

Dla sieci od 11o V do 127 V zastosowanie oporu szeregowego nie jest konieczne, ponieważ przy tych napięciach różnica napięcia wyprostowanego przy prądzie stałym i zmiennym jest mała (jak to wynika z krzywej), a ponadto dla niskich napięć sieci niebezpieczeństwo uszkodzenia lampy prostowniczej wskutek dużych skoków prądu jest bardzo małe.

Omówiliśmy wyżej sprawę lamp prostowniczych dla odbiorników na prąd zmienny, obecnie zaś rozważymy kilka zagadnień, dotyczących filtra małej częstotliwości. Pierwszy kondensator filtra ma wpływ nietylko na wypłaszczenie napięcia wyprostowanego, lecz również na jego *wielkość*. Im większa jest pojemność tego kondensatora, tem większą wartość ma napięcie wyprostowane, jak o tem świadczą krzywe z rysunku 4-tego.

Bardzo łatwo obliczyć w przybliżeniu dwa przypadki graniczne:

1) Brak kondensatora i 2) bardzo duży kondensator wypłaszczający. Rysunek 5-ty uwidacznia pierwszy

przypadek. Na oporze występuje napięcie sieci pozbawione ujemnej połówki okresu. Średnia wartość napięcia wynosi

$$e_w = e_0 \frac{1}{\pi} = e_{skut.} \frac{\sqrt{2}}{\pi}$$

Dla sieci 110 V. wartość ta równa się około 50 V. Odpowiednia krzywa z rysunku 1-szego wskazuje nieco mniejsze napięcie, a to wskutek spadku napięcia w samej lampie. Na rysunku 6-tym widnieje układ z kondensatorem wypłaszczającym. Przy każdej dodatniej szczytowej wartości napięcia kondensator ten ładuje się do tej wartości napięcia. Następnie w ciągu około 1/50 sek. kondensator rozładowuje się przez opór prądem np. 70 mA. W tym czasie prostownik nie ładuje kondensatora, ponieważ chwilowa wartość napięcia sieci jest niższa od napięcia panującego na okładzinach kondensatora. Spadek napięcia kondensatora wynosi dla pojemności 32 μF:

$$\Delta e_w = \frac{i_w t}{C} = \frac{0{,}07}{32.10^{-6} \times 50} \simeq 44 \text{ V}$$

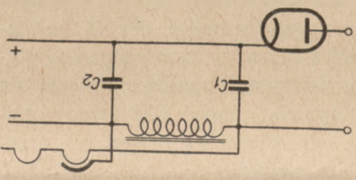
Napięcie wyprostowane zmienia się więc w granicach: $e_0 = 110 \sqrt{2} = 155$ V i $155 - 44 = 111$ V.

Wartość średnia wynosi zatem 133 V. Odpowiednia krzywa z rysunku 4-go wskazuje 115 V. Różnica między tą wartością i wartością obliczoną wyżej wynika z faktu, że czas ładowania jest zbyt krótki, aby kondensator mógł naładować się do szczytowej wielkości napięcia. Jak już zaznaczyliśmy, opór szeregowy w obwodzie anodowym lampy prostowniczej ma bardzo duży wpływ na to napięcie, nawet gdy ma on małą wartość.

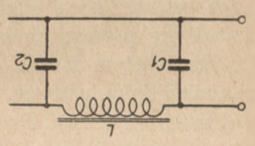
Powyższy przykład nie stanowi dokładnego obliczenia, umożliwia jednak wgląd na warunki, w jakich odbywa się prostowanie. Pozwala on również obliczyć wielkość napięcia pulsującego, występującego na kondensatorze. Amplituda tego napięcia wynosi $\frac{\Delta e_w}{2}$ a wartość skuteczna $\frac{\Delta e_w}{2\sqrt{2}}$ czyli w danym wypadku $\frac{44}{2\sqrt{2}} = 15{,}6$ V.

Dławik małej częstotliwości dla filtra odbiorników na prąd stały i zmienny musi odpowiadać specjalnym wymaganiom. Przedewszystkiem będące do dyspozycji napięcie jest ograniczone, ponieważ nie można go zwiększyć zapomocą transformatora, a zatem spadek napięcia na dławiku musi być mały t. j. innemi słowy winien on posiadać nieznaczną oporność dla prądu stałego. Następnie należy liczyć się z dużym prądem anodowym lampy głośnikowej. Tak np. pentoda końcowa CL2 przy napięciu anodowem 100 V pobiera 50 mA, wskutek czego całkowity prąd anodowy aparatu wzrasta do 60 — 70 mA. Po trzecie trzeba dbać o to, aby przy wyższym prądzie anodowym nie nastąpiło nasycenie magnetycznego rdzenia dławika. Wymienione względy ograniczają liczbę zwojów i aby mimo to uzyskać wystarczającą indukcyjność, trzeba stosować rdzeń o większym przekroju. Inny środek, zapobiegający nasyceniu rdzenia, polega na wprowadzeniu w nim szczeliny.

Bardzo prosty wzór pozwala ująć liczbowo poruszoną wyżej sprawę. Oporność pozorna za kondensatorem (rys. 7-my) wynosi:



Rys 7.



Rys. 8.

$$Z = L\omega - \frac{1}{C_2\omega}$$

Jeśli e_1 oznacza napięcie pulsujące na kondensatorze C_1, przez dławik L i kondensator C_2 płynie prąd zmienny

$$i = \frac{e_1}{L\omega - \frac{1}{C_2\omega}}$$

Napięcie pulsujące za filtrem równa się więc:

$$e_2 = \frac{i}{C_2\omega} = \frac{e_1}{C_2\omega\left(L\omega - \frac{1}{C_2\omega}\right)} = \frac{e_1}{LC_2\omega^2 - 1}$$

Wzór powyższy wskazuje, że dobre wypłaszczenie prądu wymaga, aby wyrażenie $LC_2\omega^2$ było kilka razy większe od 1, t. j., aby $L\omega$ równało się kilkakrotnej (minimum trzykrotnej) wartości $\frac{1}{C_2\omega}$

Dla małego dławika np. 2 henry, $L\omega$ wynosi około 600Ω. Zatem $\frac{1}{C_2\omega}$ może się równać conajwyżej 200Ω, a wówczas

$$e_2 = \frac{e_1}{3 - 1} = \frac{1}{2} e_1$$

t. j. wypłaszczenie jest *dwukrotne.*

Z powyższego wynika, że C_2 musi się równać conajmniej 15 μF. Warto zaznaczyć, że przy pewnej wartości $L\omega$ różnica $LC_2\omega^2 - 1$, może być mniejsza od jedności, czyli wówczas filtr nietylko nie wypłaszcza pulsacji prądu, lecz przeciwnie ją potęguje. W układach na prąd stały i zmienny istnieje jeszcze następujące zagadnienie: gdzie należy włączyć dławik, w dodatni czy ujemny przewód filtra, w tym ostatnim wypadku bowiem można wykorzystać spadek napięcia na dławiku jako ujemne napięcie siatki dla lampy głośnikowej (rys. 8.). Przy odpowiedzi na to pytanie trzeba uwzględnić następujące punkty:

1) Katoda i włókno żarzenia lampy detektorowej są w tym ostatnim przypadku połączone z punktami o różnych potencjałach, gdyż między temi elektrodami leży napięcie zmienne, występujące na dławiku. Przy większem wzmocnieniu m. cz. może z tego powodu powstać silny przydźwięk; z drugiej strony należy również uwzględnić wzmocnienie niskich tonów. Zaleca się sprawdzić eksperymentalnie, czy te szkodliwe objawy mogą być tolerowane.

2) Gdy odbiornik jest źle uziemiony, lub wcale nie uziemiony, prąd w. cz. będzie usiłował popłynąć do ziemi przez sieć, przyczem obierze on sobie drogę przez kondensatory C_1 i C_2, ponieważ ujemny przewód jest zablokowany. Okoliczność ta może spowodować szkodliwe sprzężenia oraz przydźwięk modulacyjny.

3) Ujemne napięcie dla siatki lampy głośnikowej pobrane z dławika, musi być bardzo dobrze wypłaszczone, ponieważ w przeciwnym razie zawierałoby ono składową zmienną o 50 okr/sek., która jest tem większa, im mniejszą pojemność ma kondensator C_1. Kondensator ten powinien więc być bardzo duży (32 μF).

Dane praktyczne dwóch dławików, stosowanych w odbiornikach na prąd stały i zmienny, są następujące:

1. Indukcyjność 3,5 henra. Opór dla prądu stałego 100 Om. Rdzeń z blachy transformatorowej o przekroju 20 x 20 mm. Długość szczeliny 0,75 mm. Liczba zwojów 2100. Drut emaljowany o średnicy 0,25 mm.

2. Indukcyjność 7 henrów. Opór dla prądu stałego 200 Om. Rdzeń ten sam co i w pierwszym dławiku. Liczba zwojów 3000. Drut emaljowany o średnicy 0,20 mm. Dławik ten można włączyć do ujemnego przewodu, przyczem spadek napięcia na nim wynosi 15 V, co można wykorzystać jako ujemne napięcie dla siatki lampy głośnikowej.

Wypłaszczenie prądu w odbiornikach na prąd stały i zmienny można uskutecznić jeszcze w inny sposób, a mianowicie nie korzystając z dławika dla wygładzenia napięcia dla lampy głośnikowej, t. j. pobierając jej napięcie anodowe przed dławikiem z pierwszego kondensatora filtra (C_1). Tą drogą osiąga się skuteczniejsze wypłaszczenie dla pozostałych lamp (oprócz lampy głośnikowej), co jest szczególnie ważne dla lampy detektorowej i lamp m. cz. W ten sposób redukuje się wydatnie przydźwięk, pochodzący z lamp przedwzmacniających, jednakże przydźwięk spowodowany przez lampę głośnikową, ulega zwiększeniu. Jednakże w praktyce można nieraz uznać to zwiększenie za jeszcze dopuszczalne. W tego rodzaju układzie pierwszy kondensator filtra musi być duży (32 μF), podczas gdy drugi kondensator może mieć znacznie mniejszą wartość.

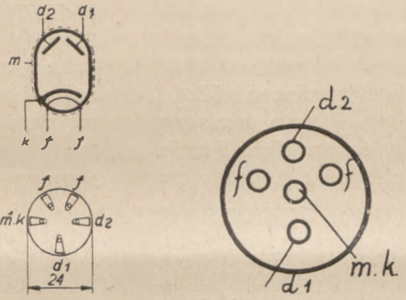
O wyborze właściwej metody wypłaszczania prądu, t .j. dającej najmniejszy przydźwięk, decyduje eksperyment porównawczy.

Nowa duo-dioda!

Inż. A. Launberg

NOWA DUO-DIODA AB2 różni się od swej zeszłorocznej poprzedniczki AB1 uproszczoną konstrukcją i nową katodą. Katoda ta odznacza się skróconym czasem nagrzewania się, wskutek czego odbiornik zaczyna działać już po upływie 15 sekund od chwili włączenia go, podczas gdy przy lampach zeszłorocznych okres ten trwał 40 — 50 sek.

Lampa Philipsa AB2 może być dostarczona z nowym cokołem beznóżkowym typu „V" lub też z cokołem nóżkowym typu „O". Lampa ta nie ma kontaktu na wierzchołku bańki, gdyż obie diody są połączone z cokołem, dzięki czemu unika się długiego ekranowanego przewodu, prowadzącego do wierzchołka bańki, jak to było niezbędne dla starej duo-diody AB1.



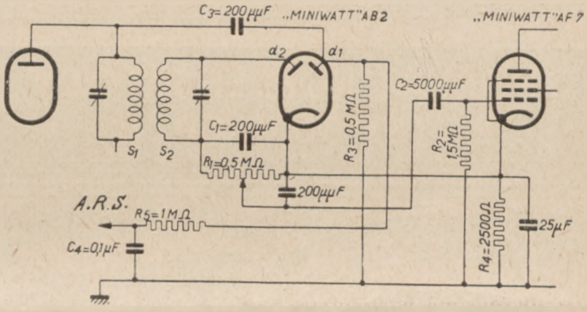
Rys. 1.

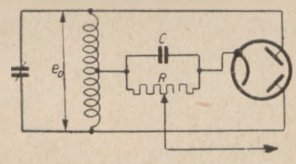
Schemat połączeń poszczególnych elektrod z kontaktami, wzgl. nóżkami cokołu, widoczny jest na *rys. 1.* Dioda oznaczona d_2 służy do detekcji, natomiast dioda d_1 jest przeznaczona do automatycznej lub spokojnej regulacji siły odbioru.

Lampa AB2 jako detektor może poprzedzać lampę wzmacniającą m. cz., np. nową pentodę AF7, lub też bezpośrednio lampę głośnikową. Ten ostatni przypadek jest godny uwagi ze względu na zupełnie linjową detekcję nawet przy słabych sygnałach. Ponadto może dioda w tych warunkach otrzymywać silne sygnały, nie wywołując zniekształcenia.

Duo-dioda AB2 może przyjąć sygnały, których amplituda wynosi aż 200 V, tak że jest ona przystosowana do wszystkich przypadków, mogących zdarzać się w praktyce.

Na rys. 2. uwidoczniony został układ, w którym może pracować duo-dioda AB2. Dioda d_2 służy do detekcji, a dioda d_1 do automatycznej regulacji siły. Pierwotne uzwojenie S1 transformatora wielkiej częstotliwości znajduje się w obwodzie anodowym poprzedzającej lampy pośredniej lub wielkiej częstotliwości. W obwodzie diody d_2 znajduje się opór R_1 o wartości 0,5 meg. Ponieważ dioda przepuszcza tylko jedną połówkę napięcia zmiennego, więc lewa strona tego oporu względem prawej strony otrzymuje napięcie pulsujące w rytmie drgań małej częstotliwości. Napięcie to zostaje doprowadzone na siatkę następnej lampy, przyczem dzięki zastosowaniu potencjometra wielkość tego napięcia może być dowolnie zmieniana. Kondesator C1 o pojemności 200 cm odprowadza do ziemi napięcia wielkiej częstotliwości. W przewodzie siatkowym następnej lampy m. cz. znajduje się kondensator C_2 o tak dużej pojemności, że przepuszcza on drgania małej częstotliwości; lampa małej częstotliwości otrzymuje swoje ujemne napięcie siatki poprzez opór R_2.





Rys. 2 (u góry) *Rys. 3.*

Druga dioda d_1 jest przeznaczona do *opóźnionej* automatycznej regulacji siły. Sygnał wielkiej częstotliwości, występujący na S_1, przedostaje się do diody za pośrednictwem małego kondensatora C_3.

Jedna połówka zostaje zdetektorowana, druga natomiast spływa do katody lampy AB2 przez opór R_3 (0,5 meg.) i R_1 (25.000 Om). Wyprostowane napięcie diody zostaje doprowadzone do poprzednich lamp w celu automatycznej regulacji ich wzmocnienia (A. R. S.). Filtr złożony z kondensatora C_4 (0,1 μF) i oporu R_5 (1 meg) służy do wygładzenia pulsacji małej częstotliwości.

Układ ten pracuje z pewnem określonem *opóźnieniem*, t. j. reaguje on tylko na sygnały większe od pewnej określonej wartości. Na zaciskach oporu R_4 powstaje stały spadek napięcia, spowodowany przez prąd anodowy lampy małej częstotliwości. Niezależnie od tego, że opór ten daje ujemne napięcie dla siatki tej lampy, ma on jeszcze i inne zadanie, polegające na

dostarczeniu katodzie lampy AB2 dodatniego potencjału względem ziemi i diody d_1; dzięki temu potencjałowi regulacja siły dopiero wówczas zaczyna funkcjonować, gdy sygnał wielkiej częstotliwości (względnie pośredniej częstotliwości) osiąga określoną wartość, większą niż spadek napięcia na oporze R_1.

Istnieje jeszcze inna możliwość zastosowania duodiody AB2. Można wyzyskać obie diody dla detekcji w układzie przeciwosobowym (push-pull). Zastanówmy się teraz nad tem, czy ten ostatni układ jest uzasadniony. W tym celu przeprowadzimy porównanie z normalnym układem detekcyjnym z punktu widzenia czułości, tłumienia i obecności składowej wielkiej częstotliwości we wzmacniaczu m. cz.

1) CZUŁOŚĆ.

Niech E_0 oznacza amplitudę napięcia wielkiej lub pośredniej częstotliwości. Jak wiadomo, napięcie stałe, wyprostowane przez normalną diodę, jest w przybliżeniu równe E_0. W układzie na *rys. 3* na każdą diodę przypada tylko napięcie $\frac{E_0}{2}$, a więc sygnał wyprostowany jest 2 razy słabszy. Układ push-pull jest zatem dwa razy mniej czuły.

2) TŁUMIENIE.

W normalnym układzie detekcyjnym tłumienie obwodu strojonego, spowodowane przez diodę, wyraża się zapomocą oporu R_d, który równa się ½ R, o ile detekcja jest linjowa. (Opór R jest oporem upływowym diody).

Jeśli założymy, że moc prądu zmiennego, wzięta z obwodu strojonego, równa się mocy prądu stałego, pochłoniętej przez opór R, wówczas dla układu push-pull otrzymamy:

$$W = \frac{\frac{1}{2} E_0^2}{R_d} = \frac{(\frac{1}{2} E_0)^2}{R}$$

zatem

$$R_d = 2\ R.$$

Równoważny opór tłumienia (równoległy do obwodu strojonego) jest więc w tym przypadku 4 razy większy niż dla normalnego układu, czyli tłumienie jest 4 razy mniejsze. Warto zaznaczyć, że można uzyskać tę samą korzyść (mniejsze tłumienie) zapomocą odczepu na cewce obwodu strojonego, poprzedzającego diodę.

3) SKŁADOWA WIELKIEJ CZĘSTOTLIWOŚCI WE WZMACNIACZU M. CZ.

Zazwyczaj przywiązuje się pewne znaczenie do zalety układu push-pull, polegającej na tem, że drgania wielkiej lub pośredniej częstotliwości kompensują się w stopniu małej częstotliwości. Zamiast tych drgań występuje jednak podwójna częstotliwość drgania wielkiej lub pośredniej częstotliwości, lecz jako słabsza może być lepiej przefiltrowana.

Brak fali nośnej w stopniu wielkiej częstotliwości zależy jednak od dokładności w wykonaniu środkowego odczepu i na tem właśnie polega duża trudność. Jeśli chodzi o superheterodyny, powstaje pytanie, czy podwojenie częstotliwości nie jest bardzo groźne. Pośrednia częstotliwość, wzmocniona w stopniu małej częstotliwości, nie może oddziaływać na obwody wielkiej częstotliwości, ponieważ nie są one nigdy dostrojone do pośredniej częstotliwości. Jednakowoż jest rzeczą możliwą, że obwód anteny jest dostrojony do częstotliwości, równej podwójnej częstotliwości nośnej. Może więc wystąpić oddziaływanie zwrotne. Jeśli harmoniczne pośredniej częstotliwości przenikają do stopnia małej częstotliwości, będą one oddziaływały po wzmocnieniu na obwód antenowy.

Reasumując, dochodzimy do wniosku, że układ push-pull z dwiema diodami nie powinien być stosowany przy detekcji. Zaleta wskazana w punkcie 2 (mniejsze tłumienie) występuje i wówczas, gdy jedna dioda jest połączona z odczepem środkowym na cewce transformatora wielkiej wzgl. pośredniej częstotliwości.

Jeśli druga dioda lampy ABC1 nie jest potrzebna dla automatycznej regulacji siły, można obie diody połączyć równolegle.

Przy konstrukcji lampy miano przedewszystkiem na względzie uzyskanie możliwie jaknajmniejszej pojemności *pomiędzy anodami obydwu diod.* Okoliczność ta jest bardzo ważna wówczas, gdy druga dioda służy do opóźnionej automatycznej regulacji siły. Jak już zaznaczyliśmy, korzystnem jest w tym przypadku połączyć drugą diodę z pierwotnem uzwojeniem transformatora pośredniej częstotliwości. Tłumienie rozkłada się wtedy równomiernie na 2 uzwojenia i pozorna selektywność zwiększa się. Pojemność między dwiema anodami tworzy wraz z przewodami pojemność sprzęgającą pierwotne i wtórne uzwojenie transformatora pośredniej częstotliwości, przyczem wystarcza już bardzo mała pojemność, aby spowodować sprzężenie krytyczne. Pojemność pomiędzy anodami duo-diody AB2 ma wartość mniejszą niż 0,5 cm, jest więc ona bardzo mała w porównaniu z innemi szkodliwemi pojemnościami. W przypadku automatycznej opóźnionej regulacji siły z połączeniem diody z pierwotnem uzwojeniem transformatora, pojemność między anodami może być pominięta w stosunku do pojemności, która zazwyczaj występuje między przewodami, służącemi do połączeń.

Dane duo-diody AB2 są następujące:
napięcie żarzenia — 4 V; prąd żarzenia — ok. 0,65 A. max. dopuszczalne napięcie sygnału (amplituda) — 200 V; max. dopuszczalny prąd stały dla każdej diody — 0,8 mA; max. dopuszczalne napięcie między włóknem a katodą — 50 V; max. dopuszczalny opór między włóknem a katodą — 20000 Om.

Poza duo-diodą na prąd zmienny AB2 ukazała się również nowa duo-dioda na prąd stały i zmienny (S/Z), mająca oznaczenie typu CB2. Lampa ta posiada zasadniczo te same dane co i AB 2 z wyjątkiem napięcia i prądu żarzenia oraz maksymalnego dopuszczalnego napięcia między włóknem a katodą. Poniżej podajemy te dane:

napięcie żarzenia—13 V; prąd żarzenia—0,200 A; największe dopuszczalne napięcie między włóknem a katodą — 125 V.

Przy stosowaniu lampy CB2 należy zwrócić uwagę na poniższe kwestje: włókno powinno być połączone możliwie jaknajbliżej chassis (t. j. opór pomiędzy niem a chassis powinien być jaknajmniejszy), aby uniknąć przydźwięku sieci. Należy podkreślić, że kontakt włókna znajdujący się obok kontaktu anody diody detekcyjnej (d_2) powinien być połączony z samem chassis lub jaknajbliżej chassis, co pozwala w jeszcze większym stopniu zredukować przydźwięk.

Materjały izolacyjne w odbiornikach

Inż. B. Starnecki

JAKOŚĆ ODBIORNIKA, zbudowanego prawidłowo według danego schematu, zależy przedewszystkiem od rodzaju zastosowanych w nim materjałów izolacyjnych. Zarówno bowiem selektywność, jak i wzmocnienie aparatu uwarunkowane są wielkością oporu pozornego obwodów strojonych odbiornika dla częstotliwości rezonansowej, wielkość zaś tego oporu, przy określonych wartościach indukcyjności (cewek) i pojemności (kondensatorów) obwodów zależy wyłącznie od występujących w nich strat — te zaś składają się w przeważającej części ze strat dielektrycznych, t. j. strat w częściach izolacyjnych obwodów (korpusach cewek, podstawkach lampowych, w izolacjach kondensatorów i t. p.).

Dla zorjentowania czytelnika, jak sprawa ta przedstawia się ilościowo, podaję poniżej kilka danych, dotyczących wielkości oporu pozornego normalnych obwodów, stosowanych w odbiornikach radjofonicznych.

1. *Cewka komórkowa*, nawinięta na cylindrze pertinaksowym średnicy 25 mm. taka, jak stosowane normalnie dla zakresu fal 1000 — 2000 mtr.

a) W połączeniu z kondensatorem zmiennym powietrznym wzorcowym (praktycznie bez strat); opór pozorny obwodu na początku zakresu (1000 mtr.) — 270.000 omów; opór pozorny na końcu zakresu (2.000 mtr.) — 130.000 omów.

b) Ta sama cewka w połączeniu z normalnym kondensatorem powietrznym (stator zamocowany na płytkach pertinaksowych) zaopatrzonym w kondensatorek wyrównawczy; opór pozorny obwodu na początku zakresu: 230.000 omów; na końcu zakresu: 125.000 omów.

c) Po dodaniu 2 sprężyn przełącznika, zmontowanego na płytce pertinaksowej: opór na początku zakresu: 210.000 omów; na końcu zakresu: 120.000 omów.

Wreszcie, po nałożeniu cylindra ekranującego cewkę, odpowiednie opory wynosiły: 180.000 om. i 105.000 omów.

2) *Cewka cylindryczna*, nawinięta na cylindrze pertinaksowym średnicy 25 mm — taka, jak stosowane normalnie dla zakresu fal 200 — 600 mtr.

a) w połączeniu z kondensatorem zmiennym powietrznym wzorcowym: opór na początku zakresu (200 mtr.) 200.000 omów, na końcu zakresu (600 mtr.) — 50.000 omów;

b) po zamianie kondensatora wzorcowego na zwykły rynkowy, oraz po dodaniu kondensatora wyrównawczego, pary sprężyn przełącznika (na pertinaksie) oraz kabelka opancerzonego w rurce cystofleksowej (do połączenie obwodu z anodą wzgl. siatką lampy) odpowiednie opory wyniosły: 100.000 omów i 35.000 omów (dwukrotnie mniej, niż w przypadku obwodu z kondensatorem wzorcowym!).

Wreszcie:

3) *Cewka na rdzeniu ferrocartowym*, dla zakresu 200 — 600 mtr.:

a) opór obwodu z kondensatorem wzorcowym: 280.000 omów — 160.000 omów;

b) opór obwodu z kondensatorem rynkowym, kondensatorkiem wyrównawczym, sprężynami przełącznika i t. d.: 145.000 omów — 120.000 omów.

Z zestawienia powyższych wyników widać, jak ujemnie wpływa na wartość oporu pozornego zastosowanie do montażu części na złym materjale izolacyjnym (w danym wypadku — pertinaks). W porównaniu z obwodem o małych stratach (z kondensatorem wzorcowym) otrzymujemy, zwłaszcza na falach 200 — 600 mtr., dwukrotne zmniejszenie tego oporu — a więc dwukrotne zmniejszenie wzmocnienia dla każdego stopnia wzmocnienia, zawierającego jeden taki obwód, oraz b. znaczne pogorszenie selektywności.

Jeszcze gorzej sprawa ta przedstawia się dla fal krótkich (poniżej 100 mtr.).

Najpowszechniej dotąd stosowanym materjałem izolacyjnym był pertinaks (papier bakielizowany, znany zresztą pod różnemi nazwami — jako hares, gumoid i t. p.). Materjał ten, tani i łatwy w obróbce, posiada skądinąd znakomite wady, dyskwalifikujące go całkowicie jako izolator w obwodach wielkiej i pośredniej częstotliwości, zwłaszcza w odbiornikach wyższej klasy. Już podane uprzednio przykłady wykazują, jak ujemnie wpływa jego obecność na wielkość strat, występujących w obwodach. Jeszcze przykrzej przedstawia się sprawa, jeśli zważyć, że pertinaks ogromnie pogarsza swoje właściwości w wyższych temperaturach, jest b. czuły na wilgoć (niektóre gatunki bakielizowanego papieru pod wpływem wilgoci wielokrotnie powiększają swoją stratę), wreszcie powierzchnia jego

łatwo ulega zanieczyszczeniu (duża przylepność), wskutek czego odbiorniki, montowane na pertinaksie, w dość krótkim czasie tracą selektywność i czułość.

Istnieje obecnie cały szereg materjałów izolacyjnych tak znacznie przewyższających pertinaks, że odbiornik, zbudowany na tych materjałach, posiada kilkakrotnie większą czułość i selektywność, niż taki sam aparat, zmontowany na pertinaksie. Oczywiście pamiętać trzeba o celowem stosowaniu tych wysokowartościowych materjałów; jeśli np. cewka odbiornika nawinięta jest na rurce bakielitowej, nie warto stosować podstawki do lampy w. cz. z lepszego materjału, bo i tak obwód rezonansowy będzie marny. Jeżeli jednak dajemy cewkę, nawiniętą licą na rdzeniu ferrocartowym, wówczas, dla pełnego wykorzystania świetnych właściwości takiej cewki, należy konsekwentnie zastosować dobry materjał izolacyjny we wszystkich elementach obwodu drgań: kondensatorze powietrznym, kondensatorkach wyrównawczych, podstawce lampy, przełączniku i t. p.

Z pośród dobrych materjałów izolacyjnych wymienić można: *trolitul*, stosowany obecnie powszechnie na karkasy dla cewek z rdzeniem; jest to materjał, rozpuszczający się doskonale np. w benzolu, co pozwala na łatwy montaż przez sklejanie karkasów i podstawek cewek. Ze względu jednak na wielką kruchość oraz małą odporność na zmiany temperatury, niewskazane jest używanie trolitulu w wypadkach, w których mogą występować naprężenia mechaniczne.

Materjałem elektrycznie nieco gorszym od trolitulu, ale wytrzymalszym mechanicznie jest *amenit;* rozpuszczalny w benzolu, skleja się łatwo z trolitulem. Używać go można z powodzeniem np. na podstawki do cewek z rdzeniem.

Najlepsze właściwości, zarówno elektryczne, jak mechaniczne, posiadają materjały *ceramiczne*, np. steatit, kalit, kalan, ultrakalan i t. p. Wyrabiane są z nich gotowe części montażowe, np. podstawki do lamp, kondensatorki wyrównawcze, przełączniki, paciorki izolacyjne i t. d.

Jako dielektryk w kondensatorach półstałych i małych kondensatorkach stałych w dalszym ciągu prawie bez konkurencji pozostaje mika (oczywiście w dobrym gatunku).

Na zakończenie podaję wartości stałej dielektrycznej oraz spółczynnika stratności różnych materjałów izolacyjnych, dla różnych długości fal, przy 20° C. (Spółcz. stratności w tabeli — mnożyć przez 0,0001).

Stała dielektr.	Długość fali mtr.	1000	300	100	30	6
4,7	Kwarc	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1
7,1	Ultrakalan	—	1,0	1,0	1,0	1,1
7	Mika	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
6,6	Kalan	3,6	3,2	2,8	2,6	2,5
6,5	Kalit	4,1	3,8	3,7	3,4	3,2
2,2	Trolitul	4,1	3,9	3,7	4,5	5,4
8	Mikolex	19	18	18	18	18
6.5	Steatit	21	20	18	17	15
2,8	Bakielit	100	160	200	220	260
5,4	Pertinaks	220	280	350	720	1000

OD REDAKCJI.

Demonstracja aparatów modelowych odbywa się w ciągu b. m. w czwartki między god. 4½ — 5½.

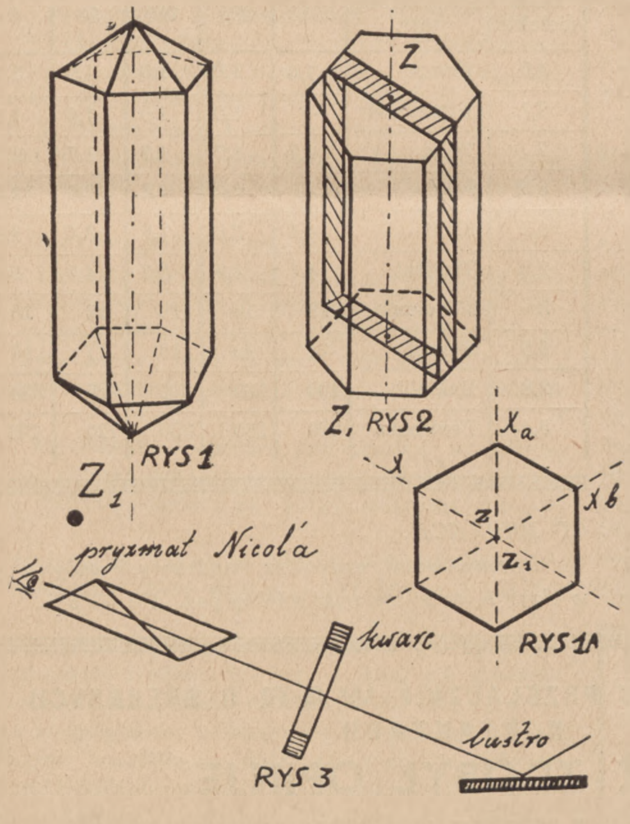
Oscylatory piezo-elektryczne

II.

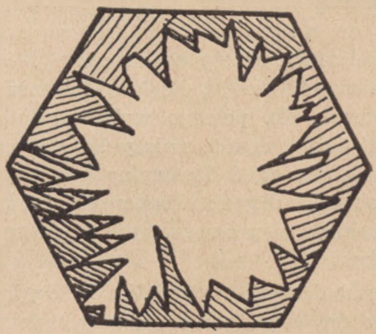
Jan Fursiej

Własności polaryzacji obrotowej, bezbarwność i przezroczystość zarówno dla promieni widocznych, jak i dla światła pozafiołkowego, twardość, własności pyro i piezoelektryczne — wszystko to sprawiło, że kryształ kwarcu ma szerokie zastosowanie dla celów technicznych, optycznych oraz radjotechnicznych.

W danym wypadku chodzi nam o zastosowanie kryształu kwarcu dla celów radjotechnicznych, jako oscylatora dla stabilizacji częstotliwości w nadajnikach, to też pokrótce zapoznamy się z własnościami piezoelektrycznemi tego kryształu, następnie zaś przejdziemy do praktycznego zastosowania kwarcu, jako oscylatora. Przy sposobności należy zaznaczyć, że zastosowanie tego kryształu dla celów radjotechnicznych nie kończy się na roli oscylatora. Do tego tematu powrócimy jeszcze innym razem.



Na rysunku 1 linja kreskowana przeprowadzona przez środek kryształu i oznaczona Z Z′ wskazuje oś optyczną kryształu. Na rys. 1a widzimy przekrój tegoż kryształu, gdzie oznaczone są osi elektryczne linjami kreskowanemi X, Xa i Xb. W całości nie można kryształu zastosować do naszych celów, jak również nie można przeprowadzić prób nad jego własnościami piezoelektrycznemi, a zatem należy odpowiednio występujący sposób: Przedewszystkie obcinają piramidy z kryształu, następnie zaś wycina się z pozostałego pryzmatu płytkę (jak na rys. 2), czyli, że płytka



Rys. 4.

winna być wycięta równolegle do osi optycznej, a prostopadle do jednej z osi elektrycznych kryształu. Należy zaznaczyć, że części kryształu znajdujące się bliżej krawędzi, zazwyczaj nie nadają się do naszych celów, to też należy je usunąć z płytki przez obcięcie. Nienadające się części kryształu zaznaczono na rys 2 linjami ciemnemi. Jeżeli się chce ściślej określić granice omawianych nieużytecznych części kryształu, należy zbadać dany kryształ przy pomocy polarymetru, zbudowanego na zasadzie podanej na rys. 3. Miejsca nieużyteczne, o usunięcie których nam chodzi, występują w czasie badania przy pomocy polarymetru w postaci barw tęczowych, mających kształty, jak pokazano na rys. 4. Niektóre okazy kryształów, aczkolwiek są zupełnie przezroczyste dla oka nieuzbrojonego, to jednak po dokładnem zbadaniu przy pomocy wspomnianego polarymetru, okazują się całkiem nieużyteczne dla celów piezoelektrycznych.

Kształt wyciętej płytki może być dowolny: okrągły, prostokątny lub kwadratowy, pod warunkiem jednak, że dwie płaszczyzny tej płytki będą prostopadłe do jednej z osi elektrycznych i ściśle równoległe do siebie.

Jeżeli wyciętą w ten sposób płytkę kwarcową, umieścimy między dwiema metalowemi blaszkami, i następnie wywrzemy pewien nacisk na płaszczyzny płytki, to na powierzchni płytki kwarcowej wystąpią ładunki elektryczne odmiennych znaków, czyli o znaku dodatnim i ujemnym; przy rozciągnięciu płytki kwarcowej ładunki elektryczne również wystąpią, lecz odwrotnych znaków. Innemi słowy, jeżeli na danej powierzchni płytki przy ściskaniu występowały ładunki

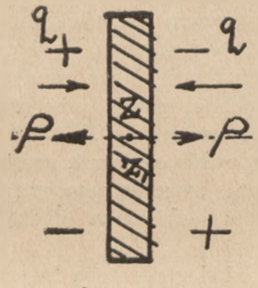
elektryczne o znaku dodatnim — to przy rozciągnięciu płytki wystąpią ładunki ujemne i odwrotnie. Powyższe zachowanie się płytki kwarcowej, podlega następującemu prawu: 1) Przy zwiększeniu nacisku, — płaszczyzny płytki kwarcowej, wytwarzają równe i odwrotne co do odznaku ilości ładunku. 2) Przy zmniejniejszeniu ciśnienia, występujące ilości elektryczności są równe i odwrotne co do znaku ilościom, które występowały przy zwiększeniu ciśnienia, (oczywiście, jeżeli zmiana ciśnienia zachodziła w obydwu wypadkach na jednakowej powierzchni). 3) Ilość elektryczności jest proporcjonalna do zmiany ciśnienia. 4) Ilość elektryczności zależy od długości lub szerokości płytki kwarcowej. 5) Ilość elektryczności, dla tego samego ciśnienia na jednostkę płaszczyzny, jest proporcjonalna do płaszczyzny. (Wytworzoną ilość elektryczności można zwiększyć, kombinując ze sobą kilkanaście płytek kwarcowych, w swego rodzaju baterje. Podobna baterja z 9-ciu płytek, obciążona odpowiednią wagą, dała możność naładować kondensator o pojemności 0,1 MF do 1 volta).

Zjawisko obserwowane przy ściskaniu płytki kwarcowej, jest odwracalne, czyli, przykładając pewien potencjał do płytki, można wykryć kurczenie się lub rozszerzenie kryształu, czyli zmianę wymiarów płytki. Naturalnie, zmiana wymiarów będzie bardzo mała.

Ściskać kwarc można w różnych kierunkach. Jeżeli ściskać z dwu stron płytkę kwarcową prostopadle do osi optycznej (rys. 5), to ilość wytworzonej elektryczności wynosi:

$$q = k. p. \text{ elektrostatycznych jednostek,}$$

gdzie k jest stałą i równa się $6{,}32.10^{-8}$ elektrost. jedn.; p — całk. ciśnienie w kg. Przykładając do obu stron



RYS 5

płytki różnicę potencjałów V elektrost. jedn., dostaniemy rozszerzenie δ w cm.

$$\delta = k. V = 6{,}32.10^{-8} V.$$

Z cyklu
Podstawowe pomiary radjotechniczne

Włodzimierz Junosza Stępowski

MODULACJA OSCYLATORÓW POMIAROWYCH.

JEDNYM z najważniejszych instrumentów pomocniczych radjoamatora, traktującego poważnie swą pracę jest oscylator pomiarowy. Jest on — jak wiadomo — niczem innem jak minjaturową stacją nadawczą, przy pomocy której można w każdej chwili wytworzyć bądź falę ciągłą o dowolnej długości, bądź też falę modulowaną o mniej lub więcej dokładnie określonej wysokości tonu.

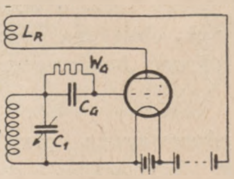
Stosując do celów pomiaru metodą interferencyj akustycznych, przyczem wskaźnikiem dostroju będzie „ton" o częstotliwości zerowej, czyli praktycznie biorąc — zanik tonu interferencyjnego, musimy posługiwać się falą ciągłą. Zupełnie inaczej przedstawia się sprawa, gdy przy pomocy oscylatora pomiarowego pragniemy wystroić lub sprawdzić odbiornik radjowy. W tych wypadkach musimy się uciec do pomocy fal modulowanych, które przy badaniu odbiornika dadzą nam w głośniku dowolny ton.

Zasadniczy układ generatora fal ciągłych jak i modulowanych jest identyczny. Znaczne zróżniczkowanie zarysowuje się natomiast w stosowanych sposobach modulacji oscylatora. Do najczęściej stosowanych należą następujące metody: 1. Przy pomocy blokowania siatki. 2. Przy pmocy drgających trasformatorów m. cz. 3. Przy pomocy tonu sieci i wreszcie 4. Przy pomocy drgającej lampy neonowej.

Poniżej omówimy wszystkie wyżej omówione metody i sposoby ich stosowania.

MODULACJA PRZEZ BLOKADĘ SIATKI.

Na rys. 1. mamy przedstawiony najprostszy układ oscylatora ze sprzężeniem zwrotnem elektromagnetycznem. Obwód decydujący o częstotliwości drgań tworzy cewka L_1 i kandensator C1. Oscylacje lampy pobudza i podtrzymuje cewka reakcyjna Lr podczas gdy kondensator blokowy Cg wraz z oporem Wg tworzą mostek siatkowy, którego zadaniem jest stabilizacja fali oraz uniezależnienie jej długości od wahań napięcia anodowego lub napięcia żarzenia.



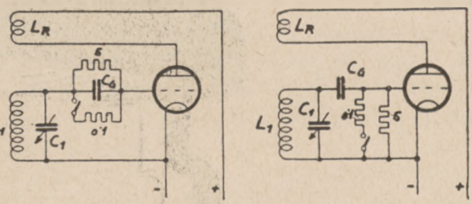
Drogą teoretycznego rozważania można udowodnić, że stałość fali jest tem większa im większy opór dla prądu stałego przedstawia obwód siatkowy. Gdyby mostek siatkowy pominąć, wówczas cały opór ohmowy obwodu siatki byłby praktycznie utworzony przez opór przestrzeni katoda — siatka (opór cewki, jako minimalny można pominąć), którego wartość podczas drgań może spaść do 500 ohmów, a nawet niżej, przyczem wartość tego oporu zmienia się znacznie zależnie od wysokości napięcia. Wprowadzając do układu mostek siatkowy, powiększamy sztucznie opór obwodu siatki i blokowanie pierwotnego lub wtórnego uzwojenia trans-

nadajemy poza tem wartość stałą, co oczywiście równa się powiększeniu stabilizacji amplitudy fali, promieniowanej przez oscylator. Działanie mostka oparte jest o ujemne napięcie siatki, wytwarzające się automatycznie na końcówkach oporu Wg, a wywołane przez prąd siatki. W momencie, gdy siatka przyjmuje ładunek dodatni zaczyna płynąć prąd siatkowy, który na oporze Wg wywołuje spadek napięcia. Gdy czas naładowania kondensatora Cg będzie równy czasowi jego rozładowania przez opór Wg, nastąpi pewnego rodzaju stan równowagi układu. Ten stan równowagi zajdzie oczywiście tylko przy pewnem, ściśle określonem ujemnem napięciu siatki. Z powyższego wynika, że ten stan równowagi określa nam zarazem dokładnie wielkości zarówno dla kondensatora jak i oporu siatkowego. W praktyce stosuje się najczęściej około 100 do 300 cm dla Cg i 50.000 do 100.000 Ohmów dla Wg.

Napozór zdawałoby się, że dla osiągnięcia jaknajlepszej stabilizacji wystarczy wziąść odpowiednio wielką wartość dla oporu Wg. W praktyce nie można jednak przekroczyć pewnej ściśle określonej granicy. Drgania lampy powstają przy pewnem, ściśle określonem napięciu ujemnem siatki (wywołanem jak wspomnieliśmy wyżej, przez spadek napięcia prądu siatki na oporze Wg i wynoszącym zazwyczaj 0,5 do IV). Amplituda tych drgań wzrasta dość znacznie w krótkim czasie, powodując tem samem coraz większy wzrost ujemnego potencjału na okładce kondensatora siatkowego, gdyż wysoka wartość oporu siatki nie pozwala wyładować się dość szybko kondensatorowi. Skutkiem tego wzrasta również stopniowo i ujemne napięcie siatki, które przy przekroczeniu pewnej granicy powoduje zerwanie się drgań. Gdy tylko drgania się zerwą, kondensator wyładowuje się natychmiast przez opór siatkowy, skutkiem czego ujemne napięcie siatki spada po pewnym czasie i osiąga tak niską wartość, że drgania w lampie mogą powstać na nowo i od tej chwili cały proces powtarza się od początku. Należy tu uwzględnić, że powstawanie drgań odbywa się przy niższym potencjale siatki aniżeli ich zerwanie się. Szybkość z jaką powstają i zrywają się drgania zależy oczywiście od wartości mostku siatkowego, którą można wyrazić t. zw. stałą czasu. Częstotliwość wybuchu i zrywania się drgań uzależniona jest również do pewnego stopnia od wysokości napięcia żarzenia i napięcia anodowego, stopnia sprzężenia zwrotnego oraz od stosunku samoindukcji do pojemności obwodu drgającego.

Gdy perjodyczne powstawanie i zrywanie drgań posiada częstotliwość akustyczną, wówczas osiągamy ten sam efekt, co przy modulowaniu fali ciągłej daną częstotliwością akustyczną. Gdy n. p. czas wyładowania się kondensatora siatkowego wynosi 0,0002 sek. wówczas otrzymamy w rezultacie ton o częstotliwości 5000 cykli.

Wyżej opisane zjawisko daje nam do rąk idealny w swej prostocie sposób modulowania oscylatora li tylko przez odpowiedni dobór wartości dla mostka siatkowego. W praktyce stosujemy do tego celu kondensator Cg o pojemności 100 — 300 cm z włączonym doń równolegle oporem rzędu 2 — 8 Megohmów. W tych warunkach możemy oczywiście b. łatwo uzyskać możność przełączania generatora z fal modulowanych na fale ciągłe. Wystarczy w tym celu zastosować równoległe do dużego



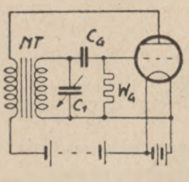
Rys. 2.

oporu siatki — drugi opór, odpowiednio mniejszy i przyłączyć go dowolnie przy pomocy jednobiegunowego przełącznika. Rozwiązanie takie widzimy na rys. 2. Wartość oporu dodatkowego wynosić może 0,1 MO.

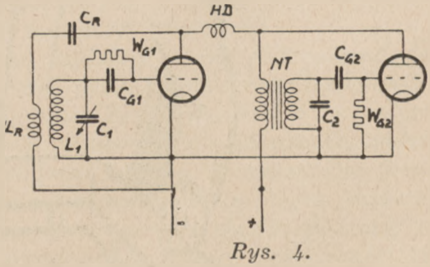
Powyższa metoda modulacji jest godną polecenia ze względu na swą nadzwyczajną prostotę, jedyną wadą jej jest jedynie ujemny nieco wpływ na stałość częstotliwości.

MODULACJA PRZEZ DRGAJĄCY TRANSFORMATOR M. CZ.

Zasadnicze drgania małej częstotliwości, wytworzone przez oscylator pomocniczy wyzyskuje się do celów modulacji fali oscylatora pomiarowego. Istnieją wprawdzie układy przy pomocy których można tę samą lampę zmusić równocześnie do drgań zarówno wielkiej jak i małej częstotliwości oraz nałożyć oba te drgania na siebie. Jednakże w interesie jaknajwiększej stałości fali i pewności działania generatora, lepiej jest stosować oddzielny oscylator dla małej częstotliwości i tak wytworzone drgania przenosić na oscylator promieniujący falę ciągłą.

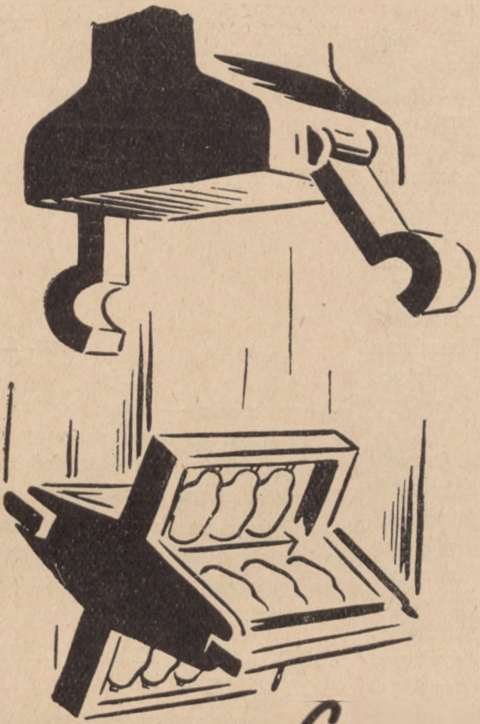


Rys. 3.

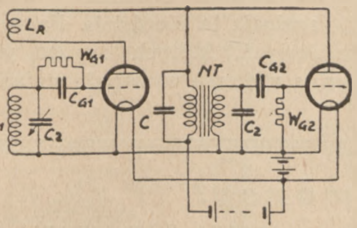


Rys. 4.

Układ połączeń generatora drgań małej częstotliwości mamy przedstawiony na rys. 3. W zasadzie układ ten nie różni się od generatora wielkiej częstotliwości, przedstawionego na rys. 1. Jedyną różnicą jest fakt, że tu zamiast obwodu strojonego LC oraz cewki reakcyjnej Lr zastosowano uzwojenia transformatora małej częstotliwości. Do powyższego celu najlepiej nadają się stare transformatory wyjściowe o przekładni 1:1. Aby osiągnąć ton o odpowiedniej wysokości można stosować



blokowanie pierwotnego lub wtórnego uzwojenia transformatora przy pomocy małych kondensatorków stałych o wartości 100 — 2000 cm. Wartości mostka siatkowego są w tym wypadku nieco inne. Kondensator Cg powinien tu posiadać pojemność około 0,1 MF, zaś opór Wg — około 50.000 Ohmów. Generatory drgań małej częstotliwości drgają znacznie łatwiej niż generatory w. cz. a to ze względu na korzystniejszy stosunek samoindukcji do pojemności w obwodzie drgającym. Drgania powstają już przy b. małych napięciach anodowych. Zdarza się nawet, że przy generatorach zasilanych z akumulatora wystarcza przyłączenie obwodu anodowego



Rys. 5.

do dodatniego bieguna akumulatora. Gdyby tak zbudowany oscylator mimo wszystko pozornie nie dał pobudzić się do drgań, należy spróbować powiększyć wartość pojemności obwodu drgającego, gdyż może się zdarzyć, że częstotliwość wytwarzanych drgań jest zbyt wysoka i przypada powyżej granic słyszalności. Wysokość tonu daje się pozatem regulować w dość szerokich granicach przy pomocy zmiany napięcia żarzenia, wskazanem jest zatem stosowanie opornika zmiennego w obwodzie żarzenia.

Modulowanie oscylatora wielkiej częstotliwości może odbywać się w dość różny sposób. B. dobrą i często używaną jest modulacja w układzie Heisinga, przedstawiona na rys. 4. Obie anody dwóch oscylatorów są tu ze sobą połączone przy pomocy dławika wielkiej częstotliwości. Obwód drgań wielkiej częstotliwości oznaczony jest przez L1 C1. Lr to cewka reakcyjna, CG1 i WG1 — mostek siatkowy. Kondensator blokowy CR ma za zadanie oddzielić prądy wielkiej częstotliwości od napięcia anodowego. Wartość jego wynosi 1000 cm. Dławik w. cz. HD posiada samoindukcję około 10 Milihenrów. Do tego celu możemy zastosować masową cewkę o 800 zwojach wykonaną na 10 milimetrów rdzeniu. NT jest to obwód małej częstotliwości utworzony z transformatora z rdzeniem żelaznym. Kondensator C2 włączony równolegle do jednego z uzwojeń pozwala na odpowiednie ustalenie wysokości tonu. Przez CG2 WG2 oznaczony jest mostek siatkowy.

Podobny w zasadzie działania układ modulacyjny widzimy na rys. 5. Kondensator blokowy C2, włączony równolegle do uzwojenia transformatora ma tu za zadanie utworzyć przez to uzwojenie drogę dla prądów wielkiej częstotliwości. Wartość tego kondensatora wynosi około 500 cm. W praktyce może jednak okazać się, że kondensator C2 jest zbyteczny, gdyż pojemność samego uzwojenia jest dość duża dla wywołania tonu o pożądanej wysokości. Równie dobrze może też okazać się potrzeba zastosowania dla obu powyższych celów kondensatora o większej pojemności. (d. c. n.)

Zastosowanie rezonatorów piezo-elektrycznych

Jan Fursiej

ZAGADNIENIE dobrego odbioru radjofonicznego, wciąż jeszcze jest aktualne i nie przestaje zajmować umysłów konstruktorów, którzy nieustannie poszukują sposobów dla rozwiązania tego zagadnienia na drodze udoskonalenia technicznego odbiornika radjowego. Dobrym odbiorem radjofonicznym nazywamy odbiór audycji żądanej stacji bez żadnych przeszkód ze strony innej stacji, przyczem reprodukcja odbieranych dźwięków, powinna być naturalna i niezniekształcona. Aby to osiągnąć, odbiornik powinien przedewszystkiem być dostatecznie selektywny, zdolny do eliminowania pasożytniczych trzasków i szmerów, i odtwarzać odbierane dźwięki bez zniekształcenia. W chwili obecnej, dzięki pojawieniu się na rynku radjowym nowych, udoskonalonych lamp odbiorczych, konstruktorom udało się już zbudować odbiorniki dające dość dobre rezultaty zarówno pod względem selekcji, jak i jakości reprodukowanych dźwięków. Pomimo jednak tych zalet, dzisiejszy udoskonalony odbiornik, niestety nie jest jeszcze doskonałym.

Obecnie zastosowanie w nowoczesnych odbiornikach superheterodynowych, znajdują filtry kwarcowe, czyli tak zwane rezonatory kwarcowe.

Jak wiadomo zadaniem filtru elektrycznego jest przepuszczenie tylko jednej częstotliwości na którą jest nastrojony dany filtr. Filtry zwykłe bez rezonatorów piezoelektrycznych, stosowane w odbiornikach, spełniają tylko częściowo swe zadanie, pozostawiając jeszcze dużo do życzenia. Przedewszystkiem krzywa rezonansu zwykłego filtru, jest stosunkowo płaska, przyczem szerokość pasa, przepuszczanej przezeń częstotliwości, trudno jest utrzymać w granicach potrzebnych dla zapewnienia wymaganej selekcji odbiornika, czyli w granicach 8 — 9 kc/s. Natomiast filtr piezoelektryczny w pewnych warunkach, przepuszcza ściśle tylko tę częstotliwość dla której został wykonany.

Po tym krótkim wstępie przejdziemy następnie do szczegółowego omówienia właściwości rezonatorów i ich stosowania.

NAJNOWSZY SUPER 1936!
z nową oktodą i duo-diodą-triodą

Inż. A. Hardy

ODBIORNIK, stanowiący przedmiot niniejszego opisu, jest 4-ro lampową superheterodyną na prąd zmienny z najnowszemi lampami AK2 (oktoda), AF3 (pentoda-selektoda), ABC1 (duo-dioda-trioda), AL2 (pośrednio żarzona 9-ciowatowa pentoda głośnikowa) i AZ1 (dwukierunkowa lampa prostownicza). W odbiorniku tym zastosowano opóźnioną automatyczną regulację siły odbioru oraz neonowy wskaźnik strojenia.

Omówimy teraz schemat ideowy superheterodyny.

Przedewszystkiem zwraca w nim uwagę brak strojonego obwodu wielkiej częstotliwości na zakresie fal krótkich. Zamiast tego obwodu widzimy aperjodyczny filtr. W ten sposób oczywiście upraszcza się wyregulowanie zakresu krótkofalowego, przyczem jednak wydajność praktycznie nie ulega zmianie.

Na zakresie fal średnich i długich obwód wejściowy zawiera filtr widmowy. Cewki średniofalowe są wykonane z licy, aby przy małych wymiarach uzyskać jednak wystarczającą jakość obwodu. Jak już wspomnieliśmy, na zakresie krótkofalowym niema ani filtra widmowego, ani obwodu strojonego, natomiast zastosowano w schemacie filtr aperjodyczny. Filtr widmowy wywołuje conajmniej dwukrotną stratę czułości w porównaniu z pojedyńczym obwodem strojonym. W praktyce jakość strojonego obwodu krótkofalowego jest bardzo mała tak, że selektywność takiego obwodu dla częstotliwości lustrzanej przy większej części zakresu wzmocnienia nie bywa znacznie większa od jedności.

Przez zastosowanie na wejściu aperjodycznego filtra zamiast obwodu strojonego unika się następujących trudności:

1) Dokładne wyregulowanie bardzo małych indukcyjności i zestrojenie obwodu w. cz. i oscylatora.

2) Promieniowanie zwrotne do anteny.

3) Oddziaływanie oscylatora na obwód wejściowy na fali 15 — 20 m.

W obwodzie oscylatora zastosowano układ kompensacyjny, zapobiegający zmianie częstotliwości oscylatora. W razie konieczności można się obejść bez tego układu, ponieważ zmiana częstotliwości powstaje głównie naskutek automatycznej regulacji siły, działającej na oktodę. Przy zastosowaniu opóźnionej automatycznej regulacji siły, regulacja ta nie działa dla pewnej liczby stacyj krótkofalowych, których sygnał jest słaby w miejscu odbioru, a więc nie występuje zmiana częstotliwości.

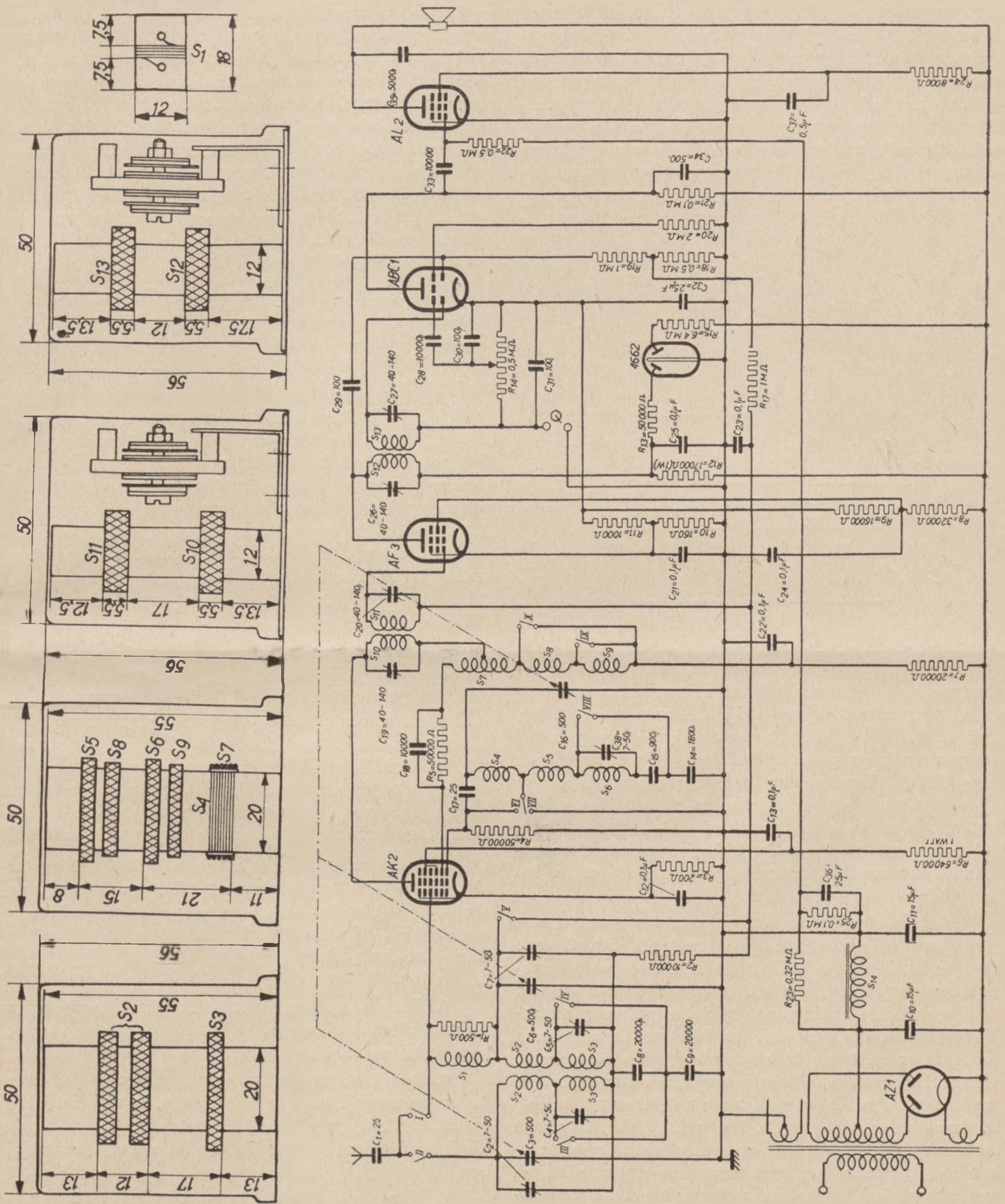
Transformatory pośredniej częstotliwości mają również zmniejszone wymiary, przyczem jednak jakość ich nie ulega pogorszeniu. Wzmocnienie pośredniej częstotliwości jest nawet nieco większe niż w Oktofonie, dzięki czemu wystarcza mniejsze wzmocnienie m. cz (patrz Nr. 1 N. R.).

Rolę lampy wzmacniającej m. cz. spełnia część trójelektrodowa lampy ABC1. Lampa ta daje 20-krotne wzmocnienie m. cz.

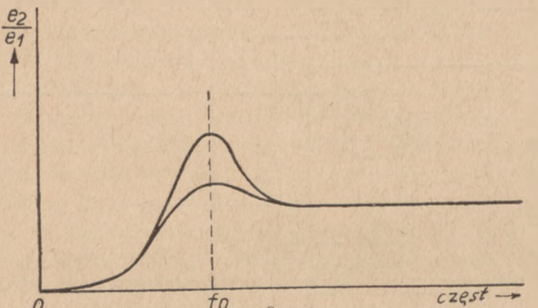
Lampa głośnikowa jest pośrednio żarzoną 9-watową pentodą typu AL2. W odbiorniku pracuje ona przy pełnem obciążeniu 9 Wat. Wszystkie w danym odbiorniku zastosowane lampy mają krótszy czas nagrzewania się, tak że od chwili włączenia odbiornika aż do momentu, gdy zaczyna on grać, upływa wszystkiego ok. 25 sek.

Optyczne strojenie uzyskuje się za pomocą trójelektrodowej lampki neonowej Philipsa typu 4662. Czułość odbiornika jest tak duża, że wskaźnik strojenia praktycznie działa dla każdej stacji. Lampa 4662 wymaga dodatkowej podstawki i dwóch oporów.

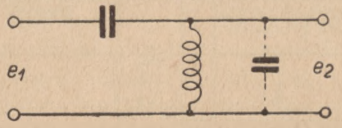
Obwody wielkiej częstotliwości zostały obliczone w założeniu, że na zakresie średnio i długofalowym stosuje się kondensatory zmienne o pojemności szczątkowej 20 cm i końcowej 500 cm i że pojemność początkowa (trimer, przewody łączeniowe) wynosi dla tych za-


AL 2
ABC1
4662
AF 3
AK2
AZ1

kresów odpowiednio 50 cm i 70 cm. Za pomocą cewek o indukcyjności 160 μ H uzyskuje się na falach średnich zakres od 199,5 do 533 m, zaś na falach długich zapomocą cewek o indukcyjności 2150 μ H zakres 830 do 2050 m. charakterystyka częstotliwości aperjodycznego filtra na zakresie krótkofalowym ma mniejwięcej przebieg wskazany na rysunku 1-szym. Bardzo wielkie częstotliwości są przenoszone równomiernie z siłą zależną od stosunku pojemności kondensatora antenowego do pojemności, która nieuniknienie występuje równolegle na wyjściu filtra (rys.2). Ta pojemność wyjściowa po-



Rys. 1



Rys 2

winna być możliwie jaknajmniejsza. Częstotliwość rezonansowa fo jest nieco większa niż najniższa częstotliwość, którą filtr ma przepuścić, a mianowicie 7500 Kc, czyli 40 m. Wierzchołek rezonansowy krzywej został spłaszczony przez połączenie równoległe z filtrem opór R_1 = 500 cm. Kondensator antenowy nie powinien być zbyt duży, ponieważ w przeciwnym razie trzebaby było zastosować cewkę o bardzo małej indukcyjności, trudnej do osiągnięcia w praktyce. Najodpowiedniejsza pojemność kondensatora antenowego wynosi 25 cm, a indukcyjność cewki — 9 μ H.

Schemat obwodu oscylatora jest tego rodzaju, aby jaknajbardziej zmniejszyć ilość przełączników. Z tego względu kondensatory padingowe są szeregowo połączone z cewkami. Na zakresie krótkofalowym kondensator paddingowy jest zbędny, ponieważ nie potrzeba zestrajać oscylatora z obwodem m. cz. W obwodzie oscylatora kondensator siatkowy 25 cm istnieje tylko dla zakresu krótkofalowego. Na zakresach średnich i długofalowych kondensatory padingowe spełniają jednocześnie rolę kondensatorów siatkowych. Na tych 2-ch zakresach kondensator siatkowy jest zwierany przez cewkę krótkofalową, ponieważ w przeciwnym razie przy niższych częstotliwościach oscylatora zbyt wielka część jego napięcia przepadłaby w tym kondensatorze.

Trzy cewki oscylatora mogą być nawinięte na tym samym cylindrze. Indukcyjność cewki krótkofalowej wynosi ok. 1,32 μ H, co pozwala pokryć zakres od 15 — 50 m. zapomocą kondensatora 500 cm o pojemności szczątkowej 20 cm, w założeniu, że pojemność własna cewki równa się 28 cm. W schemacie nie przewidziano na zakresie średniofalowym kondensatorka wyrównawczego (trimmmer), aby niepotrzebnie nie zmniejszać tego zakresu, ale w odbiornikach z wycechowaną skalą kondensator taki staje się konieczny. Na pojemność początkową wpływa już niekorzystnie pojemność między cewkami S_1 i S_2. Pojemność tę należy więc jaknajbardziej zmniejszyć co można osiągnąć zapomocą warstwy izolacyjnej między S_1 i S_2 o grubości conajmniej 1,5 mm i o małej stałej dielektrycznej.

Dla najkrótszej fali 200 m (1500 Kc) częstotliwość oscylatora wynosi 1625 Kc. Tę częstotliwość uzyskuje się zapomocą indukcyjności 128 μ H i pojemności początkowej 75 cm. Pojemność kondensatora paddingowego równa się 1800cm.

Na falach długich zakres częstotliwości oscylatora jest mniejszy niż zakres częstotliwości obwodów m. cz. W tym wypadku kondensator wyrównawczy jest konieczny i stosuje się kondensator paddingowy 900 cm, połączony szeregowo z kondensatorem paddingowym 1800 cm dla fal średnich, co daje wypadkową pojemnoć paddingową 600 cm dla fal długich. Dla tego zakresu indykcyjność cewki oscylatora wynosi 987 μ H. Jak już wspomnieliśmy, częstotliwość pośrednia wynosi 125 Kc.

Charakterystyka selektywności obydwu transformatorów pośredniej częstotliwości jest tak dobrana, że reprodukcja wysokich tonów nie jest w dużym stopniu osłabiona. Indukcyjność cewek transformatorów o średniej częstotliwości wynosi 18 μ H. Obydwa transformatory są mniej więcej krytycznie sprzężone. Odstęp między cewkami drugiego transformatora jest mniejszy niż odstęp pierwszego transformatora ze względu na tłumienie, spowodowane przez diodę lampy ABC1.

Wzmocnienie, jakie daje lampa pośredniej częstotliwości AF3, jest nastawione na 160 razy. Z tego powodu napięcia siatki osłonnej pentody-selektody AF3 równa się 80V. Jako detektor i wzmacniacz m. cz. zastosowano duo-diodę-triodę Philipsa ABC1 z następujących względów:

1. Przedwzmocnienie jest tak duże, że wystarcza już małe wzmocnienie m. cz. dla uzyskania wystarczająco dużej całkowitej czułości.

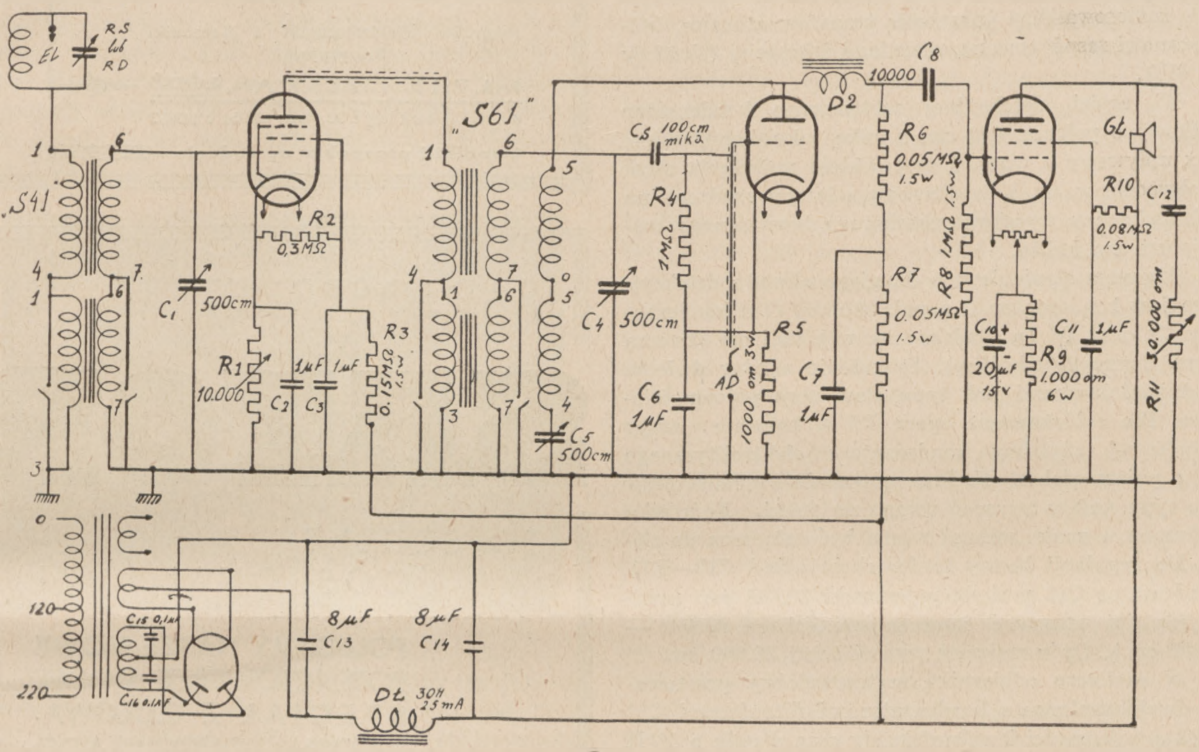
2. Dzięki małemu wzmocnieniu m. cz. również słabe sygnały są linjowo detektorowane, co ulepsza jakość reprodukcji; wpływa to również dodatnio na selektywność, gdyż w tym przypadku tłumienie diody jest mniejsze.

3. Upraszcza się układ, gdyż odpada zasilanie siatki osłonnej pentody, funkcjonującej jako wzmacniacz m. cz.

(C. d. n.).

Popularna dwuobwodówka duo-standard
z cewkami „żelaznemi"

K. Piotrowski



I.

Przedmiotem niniejszego opisu jest popularny odbiornik dwuobwodowy. Ze względu na zastosowanie w nim cewek na rdzeniach żelaznych i najnowszej pentody wys. częst. zasługuje on na miano odbiornika nowoczesnego.

Zamiarem konstruktora było opracowanie takiego aparatu, który przy wysokiej wydajności nie grzeszy zbyt wysoką ceną. To też unikano pewnych „inwestycji", które każdy w miarę swych możliwości finansowych może dodatkowo dokonać.

Poza pentodą - selektodą jako wzmacniaczem wysokiej częstotliwości zastosowano w detekcji zwykłą triodę oraz jako lampę wyjściową — pentodę trzywatową. Moc jednak aparatu jest na tyle wysoka, że pozwala ona na bardzo głośny odbiór całego szeregu stacji średniej wielkości głośnikiem dynamicznym ze stałym magnesem. Jak widać z szematu teoretycznego, obwód wejściowy składa się z cewek na rdzeniu żelaznym (S41) (Sirufer), kondensatora strojoniowego CI oraz pentody-selektody,—lampy o zmiennym spółczynni-

ku amplifikacji. Przy jej pomocy mamy możność regulowania stopnia prądów wysokiej częstotliwości i tem samem wpływania na selekcję oraz moc odbieranych sygnałów. Organem regulującym jest tu potencjometr RI, wpływający na wielkość ujemnego napięcia siatki, które możemy zmieniać w dowolnych granicach. Jako sprzężenie między lampą wysokiej częstotliwości a detektorem, zastosowaliśmy sprzężenie transformatorowe, które stanowi zespół cewek z rdzeniami żelaznemi (sirufery „S. 6I").

W części detekcyjnej zastosowano kondensator siatkowy o pojemn. 100 cm. z miką jako dielektrikiem oraz upływowy o wart. 1 meg. Celem uniknięcia strat w obwodzie w. cz. i detektorowym lampy osadzono na podstawkach z wysokowartościowego bezstratnego materjału t. zw. kalitu.

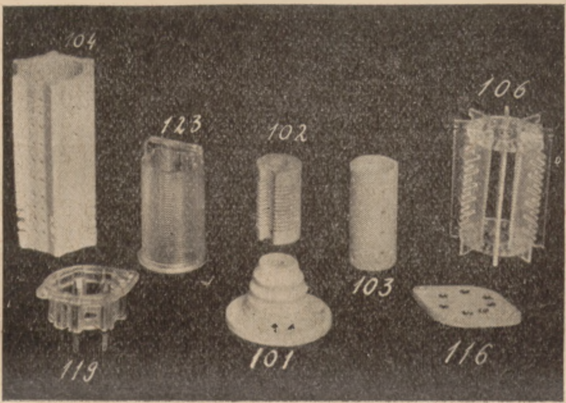
Organem strojeniowym drugiego obwodu detekcyjnego jest kondensator C o poj. 500 cm. Oba kondensatory C1 oraz C4 są osadzone na wspólnej osi (tworzą t. zw. agregat podwójny). Sprzężenie między dwiema ostatniemi lampami jest typu dławikowo pojemnościowego. Dla zablokowania oporu R9 w katodzie lampy głośnikowej użyliśmy kondensatora elektrolitycznego C10 o pojemności 20 F. Przy włączaniu kondensatorów tego typu należy zwracać uwagę na znaki. Końcówka opatrzona w znak „minus" winna być załączona do ziemi. Do regulacji barwy tonów służy układ C12—R11. Kondensator C12 posiada pojemności 30.000 cm. (można również stosować inne pojemności, od 20.000 — 50.000 cm.). Opór zmienny wynosi tutaj 30.000 om.

W zasilaczu odbiornika zastosowaliśmy prostowanie dwukierunkowe z kondensatorami filtrującemi C13 i C14 o pojemności 8 mikrof każdy oraz dławik o 30 H (przy 25 mA).

Celem zmniejszenia przydźwięku sieci, obydwa uzwojenia anodowe transform. sieciowego połączego kondensatorami o poj. 0,1 mikrof (C15 i C16) każdy o wytrzymałości na przebicie 2000 V.

Transformator sieciowy winien posiadać następujące dane: napięcie anod: 2 x 320v, 30 mA; żarz. 1. prost. 2 x 2v I, 1A, żarz. l. odb.: 2 x 2v 3,5 A. O cewkach, montażu i strojeniu odbiornika napiszemy w następnym numerze.

Firma Megacykl w Warszawie, przodująca w stosowaniu na naszym rynku najnowszych zdobyczy radjotechniki, produkuje obecnie podstawki do lamp normalnych nóżkowych (5 i 7 nóżkowych) oraz najnowszych lamp beznóżkowych (o kontaktach bocznych 5 i 8 biegunów) na bezstratnych materjałach: calicie i trolitulu. Podstawki te znacznie usprawiają działanie wszelkich odbiorników (dzięki znacznemu zmniejszeniu strat). (Nr. fab. 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122).



Pozatem f. Megacykl dostarcza różne korpusy do cewek z calitu i trolitulu, (103, 104, 105, 106, 123), korpusy do dławików (102), izolatory (101), tulejki i podkładki przejść przez chassis (107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114), i t. p. wyroby z calitu, które pozwalają na znaczne usprawnienie obwodów wysokiej częstotliwości we wszelkich odbiornikach radjofonicznych. Wyroby te są niezastąpione w technice amatorskiej krótkofalowej nadawczej i odbiorczej.

Firma „Sator“ wypuściła na rynek najnowszego typu opory, które w zupełności usuwają niebezpieczeństwo nieprzewidzianych przerw. Zdarza się bowiem często, że w oporach dawnego typu w czasie lutowania następowała przerwa między wyprowadzonemi końcówkami a elementem oporowym. W nowego typu oporach końce elementu objęte są specjalną skówką, ściskającą część końcową elementu oporowego. Wydłużenia końcowe skówki w kształcie płaskich blaszek są wyprowadzone zamiast z samych końców, już u samej nasady oprawy. Całość zaś: blaszka, skówka i element oporowy obciągnięte zostały emalją, spajającą całość nierozerwalnie.

P o t e n c j o m e t r y „Satora” nowego typu *(Special)* posiadają oś izolowaną, przez co ułatwiają osadzenie potencjometru na metalowem chassis.

Specjalna masa, z której wykonano element oporowy, jest absolutnie trwała i niewycierająca się. Potencjometry te są dostarczane od 2000 om. do 2 megom. z wyłącznikiem, lub bez wyłącznika.

Wynalezienie magnesu 5-cio częściowego znanego w Polsce pod nazwą „Oerstit”, lub „Alni”, umożliwiło osiągnięcie tych samych wyników z głośnikami zaopatrzonemi w magnesy stałe, co z głośnikami elektrodynamicznemi. Głośnik z magnesem stałym ma jednak tą wyższość nad elektrodynamicznym, że nie wymaga osobnego źródła prądu, przez co jest praktyczniejszy w użyciu i da się zastosować natychmiast do każdego aparatu.

W przeciwieństwie do innych fabryk zaopatrzyła firma ELEKTRODYN swój głośnik typu 200 w wielki magnes „Alni” lub „Oerstit” o olbrzymim nasyceniu 7300 gausów w szczelinie, wagi ok. 1,3 kg. Silny tłoczony garnczek powyższego głośnika posiada 4 uszy, które ułatwiają przymocowanie go do ekranu.

Transformator precyzyjnie wykonany, dostosowany jest do wszystkich znanych typów lamp głośnikowych i posiada 3 odgałęzienia.

Membrana schodkowa, impregnowana przeciw wilgoci, ze specjalnego miękkiego materjału, doskonale zrównoważona i zawieszona oddaje szeroko całą skalę tonów.

Cewka drgająca na cokole bez szwu, również impregnowana przeciw wilgoci, daje gwarancję trwałości głośnika. Zawieszenie membrany wewnętrzne.

Powyższy głośnik ma jeszcze tę ważną zaletę, że jest wystarczająco czuły nawet do najsłabszego odbiornika, równocześnie zaś wytrzymuje działanie silnego odbiornika z lampą 9-cio watową.

Firma „ELEKTRODYN” chcąc swemi wyrobami dorównać zagranicy zainstalowała w swojej fabryce we Wrzosowej pod Częstochową specjalne urządzenie, do ścisłego badania i pomiarów głośników.

Obecnie wszystkie głośniki badane są przy pomocy tego przyrządu, co daje gwarancję trwałego i prawidłowego ich funkcjonowania.

„Nowości Radjotechniczne” wychodzą raz na miesiąc z wyjątkiem miesięcy letnich (maj, czerwiec, lipiec).
Przedpłata z przesyłką pocztową: kwartalnie (3 zeszyty) — 2 zł., półrocznie (6 zeszytów) — 4 zł., rocznie (9 zeszytów) — 5.60 zł. Wpłaty uskuteczniać na konto czekowe P. K. O. 12.850.

Adres Redakcji i Administracji: WARSZAWA, MARSZAŁKOWSKA 108 (CHMIELNA 37), tel. 6-75-10.

Redaktor Inż. H. SZYLIT. Wydawca i red. odp. B. PETERSILIE.

Zakl. Graf. „DRUKPRASA”, Nowy-Świat 54. Tel.: 615-56 i 242-40.

LAMPY RADJOWE
TRIOTRON

Niezwykła wydajność pracy, najwyższa precyzja wykonania, idealne odtworzenie dźwięków, maksimum oszczędności, szczyt techniki radjowej

TRIOTRON

KUP RAZ A ZAWSZE KUPOWAĆ BĘDZIESZ

ZANIM sprowadzisz sprzęt radjowy, przejrzyj nasz cennik hurtowy na rok 1936.

Największy wybór • Fachowa obsługa • Szybka dostawa.

POLSKIE ZAKŁADY „ELEKTRIC"
WARSZAWA, NOWY ŚWIAT NR. 39.

Cenniki gratis.